

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01036

研究課題名(和文)文字認知が困難な児童生徒の公平な学力評価を保障するマルチモーダル問題の開発と評価

研究課題名(英文)Development and Evaluation of Multimodal Tests for the Equity of Educational Evaluation of Print-Disabled Students

研究代表者

藤芳 明生 (Fujiyoshi, Akio)

茨城大学・理工学研究科(工学野)・教授

研究者番号：00323212

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：文字認知が困難な児童生徒の公平な学力評価を保障するマルチモーダル問題の開発と評価を行った。小学校、中学校、高等学校における単元テスト、定期試験、学力試験、さらに高校入試、大学入試について、最適な音声試験のあり方を探求した。そして、児童生徒の扱いやすさ、実施の容易さ等において、マルチモーダル問題を用いた音声試験の優位性を示した。本研究の進める音声教材と録音シールの提供事業は、文部科学省の受託事業として採択され、全国的にマルチモーダル問題の普及を進める環境を整えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

教育現場に合理的配慮という考え方が普及してきたが、文字認知が困難な児童生徒が試験を受ける場合、多くの場合、時間延長、別室受験が認められるだけであることが現状である。音声教材が全国的に普及する中、試験も音声で受験したいとの声が増してきている。本研究は、現場の教師や、試験実施者が効率的に音声試験の作成と実施ができる仕組みを用意し、受験する児童生徒が扱いやすい音声試験を実現するために、マルチモーダル問題を提案した。

研究成果の概要(英文)：We developed and evaluated multimodal tests that were designed to guarantee fair assessment of academic achievement for students with print difficulties. We explored appropriate phonetic testing methods for regular examinations and achievement tests in elementary, junior high, and senior high schools, as well as for high school and university entrance examinations. We demonstrated the superiority of multimodal tests in terms of ease of use for students and ease of enforcement. Since our project to provide audio teaching materials and recording seals was adopted by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) as a commissioned project, we have created an environment to promote multimodal tests nationwide.

研究分野：障害者支援技術

キーワード：教育工学 特別支援教育 ヒューマン・インターフェイス ユニバーサルデザイン 文字認知障害

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

公的機関による合理的配慮の提供が義務となり、また、様々な関係者の努力により、発達性読字障害(ディスレクシア)の受験生に対する特別配慮として、音声出題による受験が認められるようになってきた。しかし、大学入試センター試験や、多くの入試で認められた音声出題は、代読のみであった。代読とは、受験者の指示に従って試験監督者が問題文を読み上げる出題方式である。事前準備が容易であるため採用しやすいが、受験生と試験監督者の双方に多大な負担が生じること、試験監督者の性格と技量に大きく左右されることがあり、理想的な音声出題方式とは言えない。なお、入試における音声出題方式は、2021年度から導入された大学入学共通テストで改善されることが期待されていたが、現時点でもなお実現していない。記述式問題の導入の見送り・断念の影響で入試改革が先送りとなってしまったことの影響が考えられる。

研究代表者は、科学研究費補助金・基盤研究(B)「文字認知が困難な児童生徒の能動的読書を可能にするマルチモーダル教科書の開発と評価」(2014～2017年度、課題番号:26282044)の代表者を務め、見えない2次元コードと音声ペンを活用し、「ペンでタッチすると読める音声付教科書」の開発を行った。これは、教科書紙面に見えない2次元コードを重ねて印刷し、音声ペン(2次元コードスキャナ内蔵デジタルオーディオプレーヤ)で対応する朗読音声や詳細説明を聞くことができる音声教材である。この成果は、2018年度より文部科学省の受託事業「音声教材の効率的な制作方法等の在り方に関する調査研究」に採択され、本格的な製作体制と提供体制を完成させ、現在、小中学校の主要な教科書発行者の国語と社会科の音声付教科書の製作・提供を行っている。多くの学校関係者と保護者の間で話題となり、初年度の2018年度は1,109人に提供し、その後も順調に推移し、2020年度は1,468人に提供している。



音声ペン

そのような中、研究協力校の一枚にNHKの取材があり、マルチモーダル教科書が使用されている様子が放送された。番組中、ある女子児童が音声ペンを使って簡易作成された音声付テストに取り組む様子が流れ、「使い始めたところ、それまで20点止まりだったテストで、80点までとれるようになりました。」と紹介された。2012年に文部科学省が実施した調査によると、知的発達に遅れはないものの「読む」又は「書く」に著しい困難を示す児童生徒の割合は2.4%もあることが分かっている。研究代表者は、障害者の入試改善のための研究をしてきたが、日々の教育現場もそれ以上に大切であり、同じようにテストで本当の実力を発揮できない児童生徒は、全国に大勢いるはずであると気づかされた。



NHK「あさイチ」平成29年5月24日放送

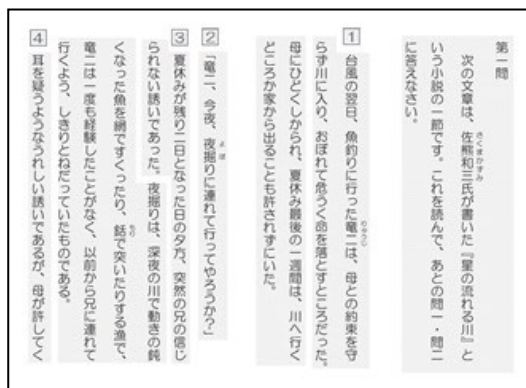
障害のある児童生徒に対する公平な学力評価は、入試に限らず、日々の教育現場においても実現されなくてはならない。合理的配慮により学習が適切に行われていたとしても、単元テスト等で正しい評価が行われなければ、児童生徒の学習意欲に多大な影響を及ぼすはずである。文部科学省の事業により、音声教材の普及が進み、小中学校に通う文字認知が困難な児童生徒の多くはパソコンやタブレット、音声ペンを利用し、学習を進められるようになった。しかしながら、小中学校における単元テスト、定期試験に目を向けると、一部の学校で代読が行われていることは分かったが、多くの学校では音声出題がまったく行われていないことが判明した。また、入試で適切な音声出題が行われていないため、公平な学力評価が行われず、希望する進路に進学できない状態が続いていた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、単元テストから入試に至るまで、文字認知が困難な児童生徒に対する公平な学力評価を実現するため、理想的な音声出題法として提案できるよう、見えない2次元コードを活用したマルチモーダル問題を開発することである。これは、「ペンでタッチすると読める音声付教科書」の製作技術を活用し、問題紙面の文字上に見えない2次元コードを重ねて印刷し、音声ペンで対応する朗読音声を聞く試験問題である。句点または読点で区切られた領域を、音声ペンで次々にタッチし音声を再生する。視覚(文字を読む)と聴覚(音声を聞く)の2つのモダリティを複合的に用いることで、正確かつ効率的に問題を読むことが可能になると考えられる。単元テストや入試の試験問題は、文書構造が複雑であり、問題文の下線・空欄の参照や図表の利用が多く、視点を頻繁に移動する必要がある。マルチモーダル問題であれば、音声の再生箇所を自由に

切り替えられ、問題の全体像の把握が容易になり、能動的な姿勢で受験できる。

マルチモーダル問題の最大の特徴は、通常の紙の試験問題とまったく同じ問題紙面を用いて実施することである。そのため、子供達が使用するための心理的ハードルが非常に低い。音声による出題方式として注目されている「マルチメディア DAISY 形式」、「MS Word 形式」、「UD ブラウザ形式」等はパソコンまたはタブレット端末を必要とするが、マルチモーダル問題は、紙の問題紙面と音声ペンだけで実施できる。音声ペンは小型で、イヤホンも使用でき、直感的な操作で使いやすい。見えない2次元コードと音声ペンを活用した教材は、進研ゼミ(ベネッセ)、公文式英語(公文教育研究会)などでも利用されており、子供達にとって音声ペンは勉強に使う道具であることが定着している。音声ペンは一本5,000円程度と安価であり、故障しても予備と交換するだけで試験の実施が継続できる。



マルチモーダル問題

3. 研究の方法

(1) マルチモーダル問題の開発と評価

理想的な音声出題方式として提案できるよう、マルチモーダル問題を開発し、評価を行う。音声出題は元来、問題の全体像の把握や視点の頻繁な移動に向かない出題方式であるが、背景色を利用したガイド等を使用し、使い勝手の向上を目指す。発達性読字障害者だけでなく、点字の修得が不十分な中途失明者や、読書速度が極端に遅い重度弱視者らも利用できるよう、点字問題の紙面に2次元コードを重ねて印刷した問題や、文字の変わりに文書構造を表す図形(文書構造表)に2次元コードを印刷した問題を試作する。

マルチモーダル問題を利用することが公平な学力評価になるのかどうかを評価するとともに、他の音声出題方式との比較を行う。評価実験で利用する問題集の作成を行う。小学生向けに、単元テストと全国学力・学習状況調査の過去問を使用する。そして、中学生向けの定期テストと学力テストの過去問、高校・大学入試の過去問と範囲を広げる。

評価実験では、被験者に様々な出題方式の問題に解答してもらい、解答所要時間と得点を設問毎に記録したデータを用いて分析を行う。研究協力関係にある小中学校での実施も必要であり、教員が単独でも実施できるように設計を行う。児童生徒が普段どのような形式の教科書・教材を利用しているか、障害の種類と程度がどのようなものかによって得意とする出題方式も異なってくるのが考えられるため、評価実験においては、各被験者のそれらの項目に関する調査も行う。良い成績を得ることができる出題方式が必ずしも児童生徒に好まれるとは限らないため、それぞれの出題方式の「好き嫌い」、「扱いやすさ」、「負担具合」などの自己評価も調査項目に加える。

(2) 教育現場の教員がマルチモーダル問題の作成を行うための支援体制の構築

日々の教育現場においてマルチモーダル問題が利用できるよう、教員に対するサポート体制を構築する。PDF ファイルから、レイアウト解析、2次元コード配置、朗読原稿生成を自動的に行い、修正エディタも備える、見えない2次元コード教材一貫制作システムを開発する。研究代表者の研究室によるサポート体制を構築し、小中学校の教員が自力でマルチモーダル問題や音声付教材を作成可能であることを実証する。

近年、教員の多忙さが話題となっているが、教員に十分な時間が無い場合、音声付テストを簡易作成する必要がある。音声ペンには録音機能が搭載されているため、2次元コードの印刷してある録音シールを用い、簡易な音声付テストが作成可能である。しかし、複数の児童向けにテストを作成するには録音を繰り返す必要があり、また、音声ペンでは録音した音声の編集ができない。そこで、録音用シールを用いた音声付テストの作成を支援するアプリを開発する。



録音用シール

(3) 音声教材とマルチモーダル問題の普及推進

マルチモーダル問題の利用が全国的に行われるためには、まず音声教材の利用が進み、文字認知が困難な児童生徒の誰もが音声による学習を受けられるようになり、その結果として音声による学力評価が求められるようになるという道筋が必要である。研究代表者が開発し提供を続けている「ペンでタッチすると読める音声付教科書」の普及の推進をこれまで以上に進めるとともに、その利用者のネットワークを活用し、マルチモーダル問題の普及を推進する。

4. 研究成果

(1) 小学校の単元テストを用いたマルチモーダル問題の製作と実証実験

小学校の単元テスト及び学力テストを用いたマルチモーダル問題を製作し、栃木県内の研究協力校において実証実験を行った。教科書バリアフリー法によって複製の製作ができる教科書等とは異なり、単元テストの複製を製作することは問題がある。そのため、2次元コードを印刷した小型シール(直径9mmの丸形)を作成し、それを単元テストに貼り付けるという方法で製作した。この方法であれば、著作権上の問題は一切発生しない。朗読ボランティアが読み上げた音声を使い、紙面の製作は研究代表者の研究室で行った。約半年間の期間において、栃木県内の研究協力校に在籍する文字認知が困難な児童生徒の成績評価にマルチモーダル問題を利用してもらった。実験に参加した児童生徒の成績や自己評価に関するデータを収集するとともに、教員による実施上の問題点や感想などのデータを収集した。

(2) 「ペンでタッチすると読める音声付教科書」の無償提供の開始

マルチモーダル問題が普及するためには、その前に文字認知が困難な児童生徒が音声教材を用い、十分な学習を行う環境を整える必要がある。研究代表者が開発した「ペンでタッチすると読める音声付教科書」は、教科書紙面に見えない2次元コードを重ねて印刷し、音声ペン(2次元コードスキャナ内蔵デジタルオーディオプレーヤ)で対応する朗読音声や詳細説明を聞くことができる音声教材である。これを無償提供して多くの児童生徒に届けられるようにするために2018年度の文部科学省受託事業「音声教材の効率的な制作方法等の在り方に関する調査研究」に応募し、採択された。NPO法人を立ち上げ申請窓口を用意するなど、本格的な製作体制と提供体制を完成させた。現在、小中学校の主要な教科書発行者の国語と社会科の音声付教科書の製作・提供を行っている。多くの学校関係者と保護者の間で話題となり、初年度の2018年度は1,109人に提供し、その後も順調に推移し、2020年度は1,468人に提供している。

(3) 録音シールの無償提供体制の構築

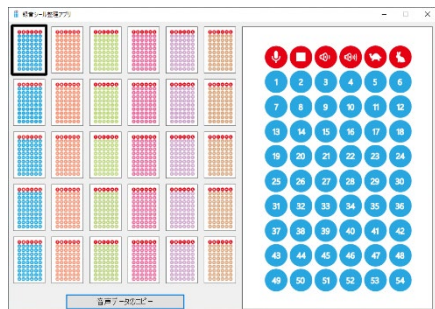
音声ペンには録音機能が搭載されているため、2次元コードの印刷してある録音シールを用い、簡易な音声付テストが作成可能である。さらに、録音シールは、音声付テストだけでなく、ドリルや教員の自作教材に音声を付けるためにも利用できる。そのため、録音シールの普及を推進するため、「ペンでタッチすると読める音声付教科書」を提供する際にサンプルを添付して送り、希望者には無償で提供することとした。この事業は、文部科学省受託事業の一部として行っている。希望者がWebフォームに記入すると、録音シールが郵送されてくる仕組みになっている。毎年、数百件の申請が届いており、その多くがテストに使っているようである。録音シールを安価に作成できるよう、市販のラベルシール(エーワン26101)を利用している。

(4) 録音シール整理アプリの開発と公開

録音シールを使って複数の児童向けにテストを作成するには、録音を繰り返す必要がある。また、音声ペンでは録音した音声の編集ができない。そこで、録音シール整理アプリを開発し、録音シールを用いた音声付テストの作成を支援することとした。このアプリでは、どの録音シールにどんな音声が入っているかを確認できるだけでなく、パソコン上で音声の入れ替えや編集を行えるようにしてある。ボイスレコーダー等で録音した高音質の音声データを音声ペンに入れることも可能となる。また、音声データの複製機能があり、複数の音声ペンに同じ音声データを入れることができるようにした。定期テストなどでマルチモーダル問題を使うためには、バックアップが必要であり、複数の音声ペンに同じデータを入れておく必要がある。



小型シールを用いた
マルチモーダル問題



録音シール整理アプリ



録音シール申し込み
フォーム

(5) 見えない2次元コード教材一貫制作システムの改良

「ペンでタッチすると読める音声付教科書」を効率的に製作するために開発した「見えない2次元コード教材一貫制作システム」の改良を行った。このシステムは、PDFファイルから、レイアウト解析、2次元コード配置、朗読原稿生成を自動的に行い、修正エディタも備え、見えない2次元コード教材の製作が一貫して行えるように設計されている。使いやすく設計しており、大学生が30分程度の講習で使いこなすことができるようになっている。特に力を入れたのが、音声データの自動編集機能の追加である。音声データの無音区間の自動調整機能と、丸読み・丸点読み音声データの自動生成機能を追加した。朗読者が原稿を読み上げる際、どうしても長い間(無音の状態)が発生してしまうことがある。読み上げの途中で長い無音の状態が続くと、音声ペ

ンの利用者は、音声の終わりと誤解し、別の音声データの再生を始めてしまう。結果として、読み上げの一部を聞き逃してしまうことになる。また、読み上げる単位を、句点毎とするか(丸読み)、句読点毎とするか(丸点読み)の切り替えができるように、それぞれの音声データの自動生成を行う機能を追加した。

(6) 簡単な操作で PDF ファイルの編集を行うことができるソフトウェアの開発

多くの文書が PDF で配布され、それらの文章に目を通す機会が増えている。教育現場においても、資料や教材を、障害児のために拡大したり、レイアウトを調整したり、フォントを変更したり、背景を取り除いたりする機会が増えている。ワープロの保存データ等、オリジナルの編集データが得られれば、加工した PDF を得ることはそれほど難しくはない。しかしながら、オリジナルの編集データが無い場合、PDF を直接編集しようとしても困難を伴う。既存の PDF 編集ソフトウェアは高価であり、習得することも難しい。そこで、PDF ファイルに対し、簡単操作で必要な加工が行えるツール群を開発した。

ツール群は、「PDFfontChanger」、「PDFcontentEraser」、「PDFcontentExtractor」の3つからなる。これらは、Windows の PC 上で動作する。インストールを行うと、デスクトップに複数のアイコンが作成される。それらのアイコンに PDF ファイルをドラッグ&ドロップ操作をするだけで、加工された PDF を得ることができる。Apache PDFBox ライブラリを利用して Java 言語で開発された。研究代表者の研究室の Web ページでフリーソフトとして公開している。

(7) 研究成果を反映した新型音声ペンの開発

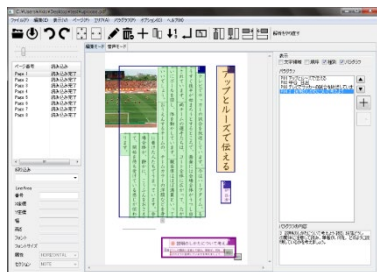
マルチモーダル問題を実現するための最も重要な機器は音声ペンであるが、ここ数年の半導体不足の影響で半導体部品のラインナップの整理が加速し、使用している 2 次元コードスキャナの部品が欠品となってしまった。そこで、音声ペンの製造会社とともに新型音声ペンの開発に取り組むこととなった。本研究の期間中にハードウェアの設計が完了し、ソフトウェアの設計が続いている。新しい音声ペンでは、本研究の成果を反映し、再生速度の変更機能に改良を加える。また、英語のリスニング試験にも使用できるよう、音声の再生を指定した回数だけに制限できるようにする機能などを追加したいと考えている。

(8) 定型発達の実験参加者によるマルチモーダル問題の評価方法の開発

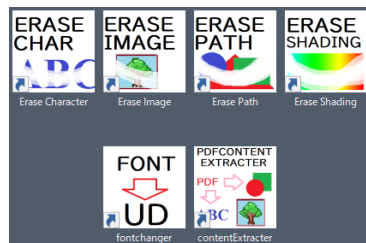
評価実験において、読み書き困難かつ十分な学習到達ができた実験参加者を集めることは難しい。そのため、定型発達の実験参加者によるマルチモーダル問題の評価実験を行う方法の開発を行った。具体的には、問題文の文字を文字らしく見えないが読むことができない記号に置き換え、擬似的に読み困難な状況で解答させる。PDF でよく用いられている True Type フォントは、文字の字形を多角形で表現している。この多角形の頂点を一定の割合で(元の 1/6 程度に)削除し、「文字らしく見えないが読むことができない記号」を設計した。この方法で、大学入学共通テストの過去問を用いてマルチモーダル問題を作成し、定型発達の大学生を実験参加者として、評価実験を行った。その結果、十分な学習到達ができていた者であれば、マルチモーダル問題で受験したとしても十分な点数を獲得することは可能であるという知見を得た。今後は、さらに実験参加者を増やし、文字認知が困難な大学生にも実験に参加してもらい、より深い評価を行いたいと考えている。

(9) 新デザインの録音シールの作成

市販のラベルシールを利用して作成していた録音シールであるが、利用者から試験問題の行間に貼るためには、少々大きいとの意見をもらっていた。そのため、より小型(1 辺 7mm の角丸四角形)の録音シールを作成した。新デザインの録音シールは、表面をラミネート加工し、印刷会社の所有する高精度の印刷機で作成している。何度も音声ペンでタッチしても、2 次元コードが破損すること無く、2 次元コードの読み取りエラーも無くすることができた。作成コストは、上がってしまったが、今後入試等で利用してもらおうことを考えると、高品質であることの方が重要であると考えた。



見えない 2 次元コード教材
一貫制作システム



簡単操作の PDF 編集
ツール群



加工前 加工後
文字らしく見えるが
読むことができない記号

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Fujiyoshi Akio, Prusa Daniel	4. 巻 LNCS 11601
2. 論文標題 A Simple Extension to Finite Tree Automata for Defining Sets of Labeled, Connected Graphs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 24th International Conference on Implementation and Application of Automata (CIAA 2019)	6. 最初と最後の頁 121 ~ 132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-23679-3_10	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 FUJIYOSHI Akio, SAKAMOTO Masashi	4. 巻 17
2. 論文標題 A Substructure Search Method for Finding an Element of a Set of Chemical Structures Represented by a SMILES String with Regular Expression Extension	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Computer Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 199 ~ 201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2477/jccj.2018-0053	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 SAKAMOTO Masashi, FUJIYOSHI Akio	4. 巻 17
2. 論文標題 A Proposal of Chemical Structure Search Using a Regular Expression Extension for SMILES	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Computer Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 193 ~ 195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2477/jccj.2018-0051	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Fujiyoshi Mamoru, Fujiyoshi Akio, Tanaka Hiroshi, Ishida Toru	4. 巻 LNCS 10897
2. 論文標題 Universal Design Tactile Graphics Production System BLOT4 for Blind Teachers and Blind Staffs to Produce Tactile Graphics and Ink Print Graphics of High Quality	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 16th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2018)	6. 最初と最後の頁 167 ~ 176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-94274-2_23	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kohase Kento, Nakamura Shunsuke, Fujiyoshi Akio	4. 巻 LNCS 12376
2. 論文標題 Layout Analysis of PDF Documents by Two-Dimensional Grammars for the Production of Accessible Textbooks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 17th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2020)	6. 最初と最後の頁 321 ~ 328
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-58796-3_38	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakamura Shunsuke, Kohase Kento, Fujiyoshi Akio	4. 巻 LNCS 12376
2. 論文標題 A Series of Simple Processing Tools for PDF Files for People with Print Disabilities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 17th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2020)	6. 最初と最後の頁 314 ~ 320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-58796-3_37	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 藤芳 明生
2. 発表標題 正規表現拡張SMILESと有限グラフオートマトンを用いた化学構造検索手法
3. 学会等名 第42回ケモインフォマティクス討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤芳 衛, 石田 透, 澤崎 陽彦, 藤芳 明生
2. 発表標題 重度視覚障害者による自立的作図の実用性
3. 学会等名 日本特殊教育学会 第56回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村 駿介, 藤芳 明生
2. 発表標題 簡単操作でPDFの加工ができるツール群の公開
3. 学会等名 日本特殊教育学会第58回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shunsuke Nakamura, Kento Kohase, Akio Fujiyoshi
2. 発表標題 Extracting Precise Coordinate Information of Components from E-Born PDF Files
3. 学会等名 4th International Workshop on Digitization and E-Inclusion in Mathematics and Science (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 検索システム、検索方法、及び検索プログラム	発明者 藤芳明生	権利者 国立大学法人茨城大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-159778	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

音声付教科書 http://apricot.cis.ibaraki.ac.jp/textbook/ 音声教材一貫製作システム (Multimodal Publication Producer) http://apricot.cis.ibaraki.ac.jp/MultimodalPublicationProducer/ 正規表現拡張SMILESを利用した化学構造検索 http://apricot.cis.ibaraki.ac.jp/RegExSMILES/ 簡単操作のPDF編集ツール群 http://apricot.cis.ibaraki.ac.jp/PDFtools/

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小林 祐紀 (Kobayashi Yuki) (20599617)	茨城大学・教育学部・准教授 (12101)	
研究分担者	原田 浩司 (Harada Koji) (40738168)	筑波技術大学・保健科学部・客員研究員 (12103)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	藤芳 衛 (Fujiyoshi Mamoru) (20190085)	独立行政法人大学入試センター・入学者選抜研究機構・名誉教授 (82616)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
チェコ	チェコ工科大学		